



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

no indication

(11)Publication number : 08-210848

(43)Date of publication of application : 20.08.1996

(51)Int.Cl. G01C 3/06
G01B 11/00
G01C 3/00

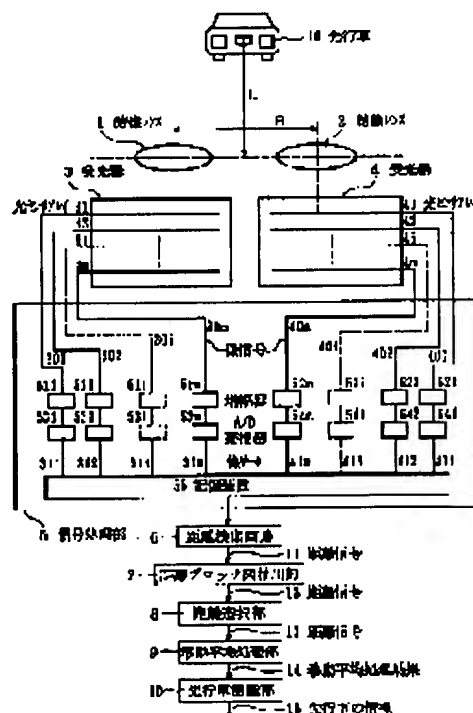
(21)Application number : 07-042458 (71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD
(22)Date of filing : 07.02.1995 (72)Inventor : HIRABAYASHI TAKEHIDE

(54) DISTANCE MEASURING INSTRUMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to measure the distance between a car and the preceeding car and own vehicle accurately and simply by providing a distance block chart extracting part and the like for forming measured distance information as the distance block chart.

CONSTITUTION: The image of the preceeding car 16, which is formed by a lens 1, is converted into image signals 301-30m by optical sensor arrays 31-3m of a photodetector 3. By the same way, the image, which is formed by a lens 2, is converted into image signals 401-40m by optical sensor arrays 41-4m of a photodetector 4. In a distance block chart extracting part 7, measured distance information is generated as a block chart comprising $m \times n$ blocks. In a distance selecting part 8, the distribution of distance frequency is extracted, and the distance grade value is detected. In a moving average processing part 9, moving average processing is performed in the $m \times n$ distance blocks by $i \times j$ distance blocks based on the distance grade value, and the average value of the distance and the standard deviation at each moving average position are obtained. In a preceeding-vehicle recognizing part 10, it is judged that there is the preceeding car 16 at that distance when the standard deviation/distance average value is the specified value or less.



BEST AVAILABLE COPY

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates the distance between two cars with a precedence vehicle to stability and the distance-between-two-cars measuring device for which it can ask correctly and easily using the electric eye which has a photosensor array, concerning the distance measuring equipment which measures the distance to the object to precede.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a conventional distance-between-two-cars measuring device, the image by which image formation was carried out with two optical system on either side is compared electrically, and what ranges by triangulation is known. Drawing 11 is drawing showing this kind of conventional distance-between-two-cars measuring device. In drawing 11, the image formation lenses 1 and 2 separate the optical-axis interval B, and are arranged. The photosensor arrays 3A and 4A are for example, CCD linear sensor arrays, and are arranged to the image formation lenses 1 and 2 in the position of a focal distance f, respectively. These photosensor arrays 3A and 4A change into picture signals 30A and 40A the image of object 16A by which image formation was respectively carried out with the image formation lenses 1 and 2, and output it to the signal-processing section 5.

[0003] The signal-processing section 5 consists of amplifier 51 and 52, A/D converters 53 and 54, and storage 55. The picture signals 30A and 40A from the photosensor arrays 3A and 4A are amplified by amplifier 51 and 52, are changed into digital data by A/D converters 53 and 54, and are outputted to storage 55 as image data 31A and 41A.

[0004] The distance detector 6 prepared in the output side of the signal-processing section 5 is constituted by the microcomputer, it computes the distance to object 16A by comparing the image data 31A and 41A of the right and left memorized by storage 55, and outputs it outside as a distance signal 11.

[0005] Next, the principle of distance calculation is explained using drawing 12. By making the middle point of each image formation lenses 1 and 2 into Zero O, a horizontal axis X and a vertical axis Y are set up, and the coordinate of the image formation positions L1 and R1 is set to $(aR1+B/2, -f)$, respectively $(-aL1-B/2, -f)$. Here, $aL1$ and $aR1$ are the distance on photosensor array 3A and 4A so that it may illustrate.

[0006] the coordinate of the central point OL of the image formation lens 1 -- the coordinate of the central point OR of lens 2 -- B/0 -- it is -- the coordinate of the point M of object 16A -- then (x y), [(2, 0)] [(2, 0)] The

coordinates of the position R0 of the perpendicular which took down the coordinate of the position L0 of the perpendicular which took down the coordinate of the intersection N of the perpendicular and the X-axis which were taken down from Point M to the X-axis to (x, 0), and photosensor array 3 from Point OL A from (-B/2, -f), and Point OR to photosensor array 4A are (B/2, -f). Since $\Delta MOLN$, $\Delta OLL1L0$ and $\Delta MORN$, and $\Delta ORR1R0$ are similarities, respectively at this time, a formula 1 and a formula 2 are realized.

[0007]

[Equation 1]

$(x+B/2) f = (2-B [aL1+B /]/2) y$ [0008]

[Equation 2]

$(-x+B/2) f = (2-B [aR1+B /]/2) y$ [0009] A formula 3 can be obtained from a formula 1 and a formula 2. If this formula 3 shows the distance aL1 and aR1 about the image formation positions L1 and R1, the distance y to object 16A is computable.

[0010]

[Equation 3] $y = B \cdot f / (aR1 + aL1)$

[0011] Next, the detail of operation of the distance detector 6 is explained. Like [if the distance detector 6 compares image data 3AL of right and left as shown in the solid line of drawing 13 , and 4AR about the portion of the ranging range 23 (refer to drawing 14) set up separately and an image is not in agreement] the dashed line of this drawing, left image data 3AL is shifted to the right, right image data 4AR is shifted to the left one by one, and a shift amount when image data on either side are in agreement is detected. Since the distance aL1 and aR1 about the image formation positions L1 and R1 on either side mentioned above is in agreement with this shift amount, the distance detector 6 computes the distance y from shift amounts aL1 and aR1 to object 16A with the aforementioned formula 3.

[0012] Drawing 14 is the ** type view showing the picture at the normal time in distance-between-two-cars detection with the precedence vehicle 16. In this drawing, the ranging range 23 is set up in the measurement visual field 22, and the distance over the object 16, i.e., the precedence vehicle, within the ranging range 23 is detected as the distance between two cars based on the principle of the above-mentioned distance detection.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Following un-arranging may happen with the conventional technology mentioned above. For example, as shown in drawing 15 , on a passage, an indicator, the ***** pattern of a zebra zone, etc. are besides a precedence vehicle, and the case where the distance to these pictures that appear in the ranging range 23 is measured arises frequently. Moreover, the passage side also has many signboards, indicators, etc., especially since these can be seen in the center of the visual field of a sensor when the passage curves, it is easy to take for a precedence vehicle.

[0014] Thus, the reliability as a distance-between-two-cars measuring device is low in that it seems that pictures other than a precedence vehicle are taken for a precedence vehicle, as a result the utilization as a safe alarm based on this distance information is difficult. Therefore, as a distance-between-two-cars measuring device, while recognizing a precedence vehicle correctly, outputting only the exact distance information to this precedence vehicle is called for.

[0015] After extracting and making the edge of image data binary using the shade image information of a CCD sensor, there is the object recognition method by the image processing of performing field division and performing object recognition to meet this demand. However, pretreatment of extraction of the edge by removal of the noise by filtering of the shade picture to binary-izing etc., the difference of a picture, etc. takes time to such image processings, even though it processes using a high-speed image processing system temporarily, the increase in cost of equipment and enlargement are not avoided, but utilization is very difficult.

[0016] The place which it was made for this invention to solve the above-mentioned trouble, and is made into the purpose is to offer stability and the distance measuring equipment of a low cost for which it can ask correctly and easily using the electric eye which has a photosensor array for the distance to a precedence object like the distance between two cars with a precedence vehicle.

[0017]

[Means for Solving the Problem and its Function] In the 1st invention according to claim 1, it is created in the distance block diagram extraction section as a distance block diagram which the measurement distance information on two or more points to the precedence object like a precedence vehicle becomes from the block of an $m \times n$ individual. In the distance selection section, distance frequency distribution are extracted from this measurement distance information on two or more points, and a distance class mark with the frequency value beyond a predetermined value is detected.

[0018] In the moving-average processing section, by the distance block of a $i \times j$ individual based on the detected distance class mark, moving-average processing is performed within the distance block of an $m \times n$ individual, and the distance average in each moving-average position, standard deviation, standard deviation / distance average is calculated. In the precedence object recognition section, when standard deviation / distance average is below predetermined values, it is judged that a precedence object is in the distance expressed by the distance average in the moving-average position.

[0019] In the 2nd invention according to claim 2, the main part of distance measuring equipment is rocked, and the optical-axis line for range measurement takes the direction of a radial. Moreover, in the 3rd invention according to claim 3, a reflective mirror is rocked and incidence of the light from a radial is carried out to the main part of distance measuring equipment. A measurement visual field can be extended without lengthening a photosensor array or making the number increase by this, and it becomes possible to catch a precedence object certainly.

[0020] In addition, in each above-mentioned invention, as indicated to the claim 4, the distance information on two or more points of ranging within the limits is detected by measuring distance on two or more points of the longitudinal direction of the photosensor array to which the measurement window was set.

[0021] Moreover, as indicated to the claim 5, the distance class mark of only a precedence object is detected by determining the predetermined frequency value in the distance selection section by the mark of the measurement data which is a value according to each distance class, and is measured as a distance to a precedence object in each distance.

[0022] Furthermore, as indicated to the claim 6, the distance information only on a precedence object and positional information are detected by determining the size of the

distance block with the measurement distance information on the $m \times n$ individual in the moving-average processing section with the size of the distance block which is a value according to the distance chosen by the distance selection section, and is measured as a distance to a precedence object in each distance.

[0023]

[**Example**] Hereafter, the example at the time of applying this invention to a distance-between-two-cars measuring device is explained along drawing. First, drawing 1 shows the composition of an example and is running the lane as the self-vehicles which are not illustrated with the same precedence vehicle 16 as a precedence object which should measure the distance between two cars.

[0024] The image formation lenses 1 and 2 separate the optical-axis interval B, and are arranged, and electric eyes 3 and 4 are arranged in the position of a focal distance f (not shown for convenience). Similarly, an electric eye 3 consists of m photosensor arrays 31-3 m arranged in parallel in a perpendicular flat surface to the optical axis, and an electric eye 4 consists of m photosensor arrays 41-4 m arranged in parallel in a perpendicular flat surface to the optical axis, and it is installed so that it may have the visual field as 31, 41, 3 i , and 4 i and 3 m that 4 m is the same.

[0025] The image of the object by which image formation was carried out with the image formation lens 1 is changed into picture signals 301-30 m by the photosensor arrays 31-3 m of an electric eye 3, and the image of the object by which image formation was similarly carried out with the image formation lens 2 is changed into picture signals 401-40 m by the photosensor arrays 41-4 m of an electric eye 4, and is outputted to the signal-processing section 5, respectively.

[0026] The signal-processing section 5 consists of Amplifier 511-51 m and 521-52 m , A/D converters 531-53 m and 541-54 m , and storage 55, and the picture signals 301-30 m from the photosensor arrays 31-3 m of an electric eye 3 are amplified by Amplifier 511-51 m , are changed into digital data by A/D converters 531-53 m , and are stored in storage 55 as image data 311-31 m . Similarly, the picture signals 401-40 m from the photosensor arrays 41-4 m of an electric eye 4 are amplified by Amplifier 521-52 m , are changed into digital data by A/D converters 541-54 m , and are stored in storage 55 as image data 411-41 m .

[0027] the distance detector 6 is constituted by the microcomputer like the conventional technology, and computes the distance to the object of ranging within the limits within the measurement visual field of each photosensor arrays 31, 41, 3 i , 4 i , 3 m , and 4 m from the image data 311, 411, 31 i , 41 i , 31 m , and 41 m of the right and left memorized by storage 55

[0028] In the distance block diagram extraction section 7, as shown in drawing 5 and drawing 6, address attachment of the ranging range 23 within the measurement visual field 22 is carried out as a distance block of an $m \times n$ (m : natural number [which shows the number of photosensor arrays of one side], n : natural number which shows number of measurement windows in photosensor array) individual, and distance block drawing 24 which collected the measurement distance information in each block is created. This distance block diagram can be called meeting of the ranging data of an $m \times n$ individual.

[0029] Here, photosensor array several m explains as an example the case where measurement window several n of 7 and a photosensor array longitudinal direction is 12, by drawing 5 and drawing 6. In these drawings, a photosensor array is set to A1-A7 at the order of an upper shell of the ranging range 23, point of measurement of a

photosensor array longitudinal direction is set to W1-W12 from the left at order, and the measurement distance in the point of measurement Wj on the photosensor array Ai is expressed with Lij. In the example of illustration, distance block drawing 24 like drawing 6 is extracted possible [the distance detection of 7x12 points within the measurement visual field 22] consequently.

[0030] Here, the ranging principle of two or more points of a photosensor array longitudinal direction is explained using drawing 7 . the composition of the distance measuring equipment in this case is completely the same as that of drawing 11 which made the conventional technology and was shown, and it differs that each sensor array is divided to two or more fields (measurement window) In addition, in drawing 7 , the case where a photosensor array is divided by three field **, **, and ** is illustrated. Distance L1, L2, and L3 shall be separated in three directions of a center line where the objects O1, O2, and O3 of range measurement were shown with the alternate long and short dash line of distance measuring equipment, i.e., the direction, and the angle alpha direction of the both sides, respectively, and it shall be located in them. Three field ** of each photosensor arrays 3 and 4, **, and ** correspond to objects O1, O2, and O3, respectively.

[0031] In other words, it is related with the objects O2 and O3 which exist in the direction of a center line, and the right-hand side angle alpha direction, respectively that carrying out image formation to field ** of each photosensor arrays 3 and 4 simultaneously carries out image formation to field ** and ** simultaneously similarly about the object O1 which exists in the angle alpha direction on the left-hand side of a center line. And the distance L1, L2, and L3 to each objects O1, O2, and O3 is expressed by the following formula 4 - the formula 6. In addition, each distance B, f, U11, U12, U13, U21, U22, and U23 in these formulas is as being shown in drawing 7 .

[0032]

[Equation 4] $L1=B.f/(U21-U11)$

[0033]

[Equation 5] $L2=B.f/(U22+U12)$

[0034]

[Equation 6] $L3=B.f/(U13-U23)$

[0035] Since each shift amount (U21, U11, U22, U12, U13, U23) is calculated by the distance detector 6 based on the image data of each photosensor arrays 3 and 4, each distance L1, L2, and L3 can be found with a formula 4 - a formula 6.

[0036] Thus, the distance signal 12 from the obtained distance block diagram extraction section 7 is outputted to the distance selection section 8 in drawing 1 . In the distance selection section 8, the distance frequency distribution of the distance signal 12 are taken, only the distance to [out of the distance signal 12] the precedence vehicle 16 is chosen, and it outputs to the moving-average processing section 9 as a distance signal 13.

[0037] Next, the principle of operation of the distance selection section 8 is explained, referring to drawing 8 . In drawing 8 , the distance class K which has class width-of-face deltaL in a horizontal axis is formed, and a vertical axis shows the frequency value Y belonging to each class. Thus, the distance signal 12 is classified. Here, as shown in drawing 9 , the size which the precedence vehicle 16 within the ranging range 23 occupies changes with distance between two cars to the precedence vehicle 16, therefore the mark of the measurement data considered to have measured the distance to the

precedence vehicle 16 also change with distance between two cars.

[0038] Generally, if the distance between two cars increases n times, the size which the precedence vehicle 16 within measuring range occupies will be set to 2 from a similar relation ($1/n$). That is, it is surmised easily that it also becomes the mark $2 (1/n)$ of the measurement data which has measured the distance to the precedence vehicle 16.

Therefore, it is given by the formula 7, the mark, i.e., the frequency value, of measurement data which has measured the distance to the precedence vehicle 16 in a certain distance.

[0039]

[Equation 7] $Y=a/K^2$ (Y:frequency value, a:constant, K:distance class (distance))

[0040] A constant a is decided by the size of precedence vehicle 16 itself, or the configuration of distance measuring equipment, and the concrete description about a way for which it asks omits it here. A dashed line shows this curve Y to drawing 8, the median L of the distance class K with the frequency value extended to the upper field of this curve $Y (= (K^2+K^3)/2)$ is made into the candidate value of the measurement distance to the precedence vehicle 16, and it outputs to the moving-average processing section 9 as a distance signal 13.

[0041] In the moving-average processing section 9, moving-average processing is performed within the limits of the size of the distance block of 7×12 mentioned above based on the distance signal 13, and the moving-average processing result 14 of the distance average in each moving-average position, and the standard deviation / distance average is transmitted to the precedence vehicle recognition section 10 as the precedence object recognition section.

[0042] The operation principle of moving-average processing is explained using drawing 10. First, the size of a distance block of $i \times j$ (natural number below $i:m$, natural number below $j:n$) which takes the moving average from the distance signal 13 (the median L of distance class) is determined. The size of this distance block is decided by the distance between two cars to the precedence vehicle 16 by the distance signal 13, the size of precedence vehicle 16 itself, and the configuration of distance measuring equipment, and the concrete description about a way for which it asks is omitted here.

[0043] Below, moving-average processing is explained taking the case of the distance block diagram of 7×12 mentioned above. When the size of the distance block which takes the moving average here is set to 3×6 , the result which took the moving average of drawing 10 (a) is expressed with drawing 10 (b) - (d). When L_{ij} is made into the measurement distance in the j -th window position on the i -th sensor array, A_{ij} , S_{ij} , and D_{ij} in drawing 10 (b), (c), and (d) are expressed with the following formula 8 - a formula 10.

[0044]

[Equation 8]

$$A_{ij} = \left\{ \sum_{j=i+2}^{i+5} (L_{ij}) \right\} / (3 \times 6) = AVG$$

[0045]

[Equation 9]

$$S_{ij} = \left(\frac{\sum_{i=1}^{i+2} (L_{ij} - AVG)^2}{1+5} \right)^{1/2} / (3 \times 6)$$

[0046]

[Equation 10] $D_{ij} = S_{ij} / A_{ij}$ [0047] In addition, in a formula 8, AVG is the distance average. For example, in drawing 10 (a), the average of the distance of the slash section is the field whose drawing 10 (c) standard deviation / distance average drawing 10 (b) and standard deviation are drawing 10 (d) and which is expressed with the slash section, respectively.

[0048] It connects with the moving-average processing section 9, and the precedence vehicle recognition section 10 as the precedence object recognition section judges whether a front measuring object object is the precedence vehicle 16 based on the distance average as a moving-average processing result 14 transmitted from the moving-average processing section 9, standard deviation, standard deviation / distance average. The value of D_{ij} which sets the upper left of a travel block to L_{ij} is used for this judgment, it judges with the precedence vehicle 16 being in the distance between two cars expressed by the distance average A_{ij} in the moving-average position in L_{ij} within a measurement visual field, in being smaller than the specification value b with this value, and the position of the precedence vehicle 16 and the distance between two cars to the precedence vehicle 16 are outputted to an external alarm etc. as information 15 on a precedence vehicle.

[0049] The flow chart of the processing in the example mentioned above is shown in drawing 2. That is, the distance detector 6 computes the measurement distance information on an $m \times n$ individual using the data in the storage 55 of the signal-processing section 5 (S1), and the distance block diagram extraction section 7 creates a distance block diagram based on this (S2). Then, the distance selection section 8 takes distance frequency distribution (S3), and extracts the median L of the distance class K (S4).

[0050] The moving-average processing section 9 determines size ixj of the distance block which takes the moving average based on the above-mentioned median L (S5), and asks for the moving average of the area of $m \times n$ by the area of this ixj (S6). Next, the distance average in each moving-average position, standard deviation, standard deviation / distance average is computed, and these are transmitted to the precedence vehicle recognition section 10 (S7).

[0051] In the precedence vehicle recognition section 10, when standard deviation / distance average is compared with the specification value b (S8), consequently it is judged as those with a precedence vehicle (S91), the position of a precedence vehicle and the distance average are outputted for a moving-average position as the distance between two cars to a precedence vehicle (S10). Moreover, when it is judged that he has no precedence vehicle (S92), processing is ended as it is.

[0052] By the way, in order to make the above-mentioned example realize, and to catch the precedence vehicle 16 certainly, it is desirable for a measurement visual field to be large as much as possible. For this reason, although it is possible to arrange many of couples [two or more] of the photosensor array which makes a photosensor array long to a longitudinal direction, by such method, dotage of an image becomes large by the aberration of an image formation lens by part for the edge of an electric eye to which equipment becomes large, and there is a trouble that processing circuits where a property

deteriorates, such as amplifier and an A/D converter, become complicated.

[0053] Therefore, in the example of invention indicated to the claim 2, as shown in drawing 3, the main part 100 of distance measuring equipment is considered as the composition made to rock so that the optical-axis line may take the direction of a radial. In drawing 3, it is connected with the motor 17 for distance-measuring-equipment rocking, and the signal-processing section 5, and the control circuit section 18 has transmitted control signals 19 and 20 to a motor 17 and the signal-processing section 5. The motor 17 is mechanically connected with the measuring device main part 100, and the measuring device main part 100 is made to rock so that an optical-axis line may be taken in the direction of a radial based on a control signal 19.

[0054] Moreover, in the example of invention indicated to the claim 3, it is considering as the composition which has the measuring device main part 100 fixed in distance measuring equipment as shown in drawing 4, and the reflective mirror 21 rocked that incidence of the light from a radial should be carried out to this measuring device main part 100. It connects with the motor 17 for a reflective mirror drive, and the signal-processing section 5, and the control circuit section 18 is outputting control signals 19 and 20 to a motor 17 and the signal-processing section 5. The motor 17 is mechanically connected to the reflective mirror 21, and the reflective mirror 21 is made to rock so that incidence of the light from a radial may be carried out to the measuring device main part 100 based on a control signal 19. According to the example of these drawing 3 or drawing 4, a measurement visual field can be extended and the precedence vehicle 16 can be caught certainly.

[0055] In addition, although this invention is directly made for the purpose of measurement of the distance between two cars with a precedence vehicle (orbital vehicles, such as an automobile and a rail car, are included), it can apply the principle itself to the various fields which measure the distance between various kinds of precedence objects other than vehicles, and a sensor widely, and this invention also includes such distance measuring equipment.

[0056]

[Effect of the Invention] As mentioned above, in this invention, the distance information on two or more points is computed by the distance detector, and these are stored as a distance block diagram. Next, the measurement distance considered to be the distance to a precedence object by the distance selection section is chosen, the judgment of whether to be the precedence object which an object makes the purpose by moving-average processing of a distance block is performed, and the distance between precedence objects is found.

[0057] Even when it follows, for example, the pattern of a zebra zone etc. is on a passage or the indicator of the passage side etc. appears in the center of the visual field of a sensor near a curve in detection of the distance between two cars, it is possible not to take these as a precedence vehicle, to recognize only a precedence vehicle certainly, and to find the distance between two cars with self-vehicles. Moreover, the high-speed image processing system for performing a shade image processing etc. becomes unnecessary, and cost reduction of equipment and improvement in reliability can be aimed at. Furthermore, a latus measurement visual field and the ranging range are acquired by rocking of the main part of distance measuring equipment, or rocking of a reflective mirror, without complicating a processing circuit, and a precedence object can be recognized stably and

certainly by it.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-210848

(43) 公開日 平成8年(1996)8月20日

(51) IntCl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 C 3/06		V		
G 0 1 B 11/00		B		
G 0 1 C 3/00		Z		

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-42458

(22) 出願日 平成7年(1995)2月7日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 平林 丈英

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

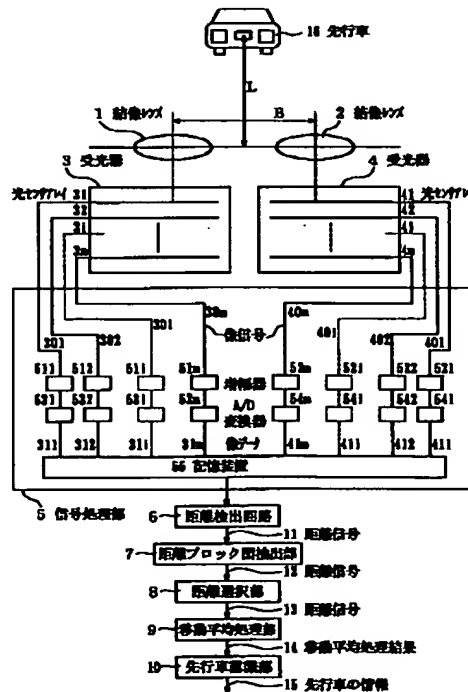
(74) 代理人 弁理士 森田 雄一

(54) 【発明の名称】 距離測定装置

(57) 【要約】

【目的】 例えば車間距離の測定において、道路上の模様や標識等を先行車として誤認することなく、正確かつ簡単に車間距離を測定する。

【構成】 光センサアレイ上の結像位置に基づき先行車との車間距離を求める距離測定装置に関する。m×n個の測定距離情報を距離ブロック図として作成する距離ブロック抽出部7と、前記m×n個の測定距離情報によって得られる距離度数分布から所定値以上の度数値を持つ距離階級値を検出する距離選択部8と、前記距離ブロック内で、前記距離階級値に基づく互いに連続したi×j個の距離ブロックにより移動平均をとり、各移動平均位置での距離平均値、標準偏差、標準偏差/距離平均値を求める移動平均処理部9と、前記標準偏差/距離平均値が所定値以下のときに、その移動平均位置において距離平均値により表わされる距離に先行車16があると判断する先行車認識部10とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一または二以上の平行に配置された光センサアレイを有する一対の受光器が前記光センサアレイの長手方向に並設され、その対をなす各組の光センサアレイ上の結像位置に基づき、先行対象物との間の距離を求める距離測定装置において、

$m \times n$ (m : 片側の光センサアレイ数を示す自然数、 n : 光センサアレイ内の測定ウィンドウ数を示す自然数) 個の測定距離情報を距離ブロック図として作成する距離ブロック抽出部と、

前記 $m \times n$ 個の測定距離情報によって得られる距離度数分布から所定値以上の度数値を持つ距離階級値を検出する距離選択部と、

前記 $m \times n$ 個の測定距離情報を持つ距離ブロック内で、前記距離階級値に基づく互いに連続した $i \times j$ (i : m 以下の自然数、 j : n 以下の自然数) 個の距離ブロックにより移動平均をとり、各移動平均位置での距離平均値、標準偏差、標準偏差/距離平均値を求める移動平均処理部と、

前記標準偏差/距離平均値が所定値以下のときに、その移動平均位置において距離平均値により表わされる距離に先行対象物があると判断する先行対象物認識部と、を備えたことを特徴とする距離測定装置。

【請求項2】 請求項1記載の距離測定装置において、距離測定用の光軸線が放射状方向となるように、測定装置本体を揺動可能に構成したことを特徴とする距離測定装置。

【請求項3】 請求項1記載の距離測定装置において、定置される測定装置本体と、距離測定用の放射状方向からの光を前記測定装置本体に入射させるべく揺動する反射ミラーとを備えたことを特徴とする距離測定装置。

【請求項4】 測定ウィンドウが設定された光センサアレイの長手方向の複数点上で距離を測定するようにした請求項1、2または3記載の距離測定装置。

【請求項5】 距離選択部における所定の度数値が、各距離階級に応じた値であって各距離で先行対象物までの距離として測定される測定データの点数によって決定される請求項1、2、3または4記載の距離測定装置。

【請求項6】 移動平均処理部における $m \times n$ 個の測定距離情報を持つ距離ブロックの大きさが、距離選択部により選択された距離に応じた値であって各距離で先行対象物までの距離として測定される距離ブロックの大きさによって決定される請求項1、2、3、4または5記載の距離測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、先行する対象物までの距離を測定する距離測定装置に関し、例えば、先行車との車間距離を、光センサアレイを有する受光器を用いて安定、正確かつ簡単に求めることができる車間距離測定

装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の車間距離測定装置としては、左右の2つの光学系により結像された像を電氣的に比較して、三角測量により測距を行うものが知られている。図11は、この種の従来の車間距離測定装置を示す図である。図11において、結像レンズ1、2は光軸間隔Bを隔てて配置されている。光センサアレイ3A、4Aは、例えばCCDリニアセンサアレイであり、それぞれ結像レンズ1、2に対して焦点距離fの位置に配置されている。これらの光センサアレイ3A、4Aは、結像レンズ1、2により各々結像された対象物16Aの像を像信号30A、40Aに変換し、信号処理部5に出力する。

【0003】 信号処理部5は増幅器51、52、A/D変換器53、54、記憶装置55からなる。光センサアレイ3A、4Aからの像信号30A、40Aは増幅器51、52により増幅されてA/D変換器53、54によりデジタルデータに変換され、像データ31A、41Aとして記憶装置55に出力される。

【0004】 信号処理部5の出力側に設けられた距離検出回路6は、マイクロコンピュータにより構成されており、記憶装置55に記憶された左右の像データ31A、41Aを比較して対象物16Aまでの距離を算出し、距離信号11として外部に出力する。

【0005】 次に、距離算出の原理を図12を用いて説明する。各結像レンズ1、2の中点を原点Oとして横軸X、縦軸Yを設定し、結像位置 L_1 、 R_1 の座標をそれぞれ $(-a_{L1} - B/2, -f)$ 、 $(a_{R1} + B/2, -f)$ とする。ここで、 a_{L1} 、 a_{R1} は図示するように光センサアレイ3A、4A上の距離である。

【0006】 結像レンズ1の中心点 O_L の座標は $(-B/2, 0)$ 、結像レンズ2の中心点 O_R の座標は $(B/2, 0)$ であり、対象物16Aの点Mの座標を (x, y) とすれば、点MからX軸に下ろした垂線とX軸との交点Nの座標は $(x, 0)$ 、点 O_L から光センサアレイ3Aに下ろした垂線の位置 L_0 の座標は $(-B/2, -f)$ 、点 O_R から光センサアレイ4Aに下ろした垂線の位置 R_0 の座標は $(B/2, -f)$ である。このとき、 $\triangle MO_L N$ と $\triangle O_L L_1 L_0$ 、 $\triangle MO_R N$ と $\triangle O_R R_1 R_0$ はそれぞれ相似であるから、数式1、数式2が成り立つ。

【0007】

【数1】

$$(x + B/2) f = (a_{L1} + B/2 - B/2) y$$

【0008】

【数2】

$$(-x + B/2) f = (a_{R1} + B/2 - B/2) y$$

【0009】 数式1、数式2から数式3を得ることができる。この数式3により、結像位置 L_1 、 R_1 に関する距離 a_{L1} 、 a_{R1} がわかれば、対象物16Aまでの距離yを算出することができる。

【0010】

【数3】 $y = B \cdot f / (a_{R1} + a_{L1})$

【0011】次に、距離検出回路6の動作の詳細を説明する。距離検出回路6は、図13の実線に示すような、左右の像データ3AL、4ARを、別途設定した測距範囲23（図14参照）の部分について比較し、像が一致しなければ、同図の破線のように例えば左の像データ3ALを右に、右の像データ4ARを左に順次シフトしていき、左右の像データが一致したときのシフト量を検出する。前述した左右の結像位置 L_1 、 R_1 に関する距離 a_{L1} 、 a_{R1} はこのシフト量に一致するので、距離検出回路6はシフト量 a_{L1} 、 a_{R1} から、対象物16Aまでの距離 y を前記数式3により算出する。

【0012】図14は、先行車16との車間距離検出における正常時の画像を示す模式図である。同図において、測定視野22内に測距範囲23を設定し、測距範囲23内の対象物つまり先行車16に対する距離を、前述の距離検出の原理に基づき車間距離として検出する。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来技術では、次のような不都合が起こりうる。例えば図15に示すように、道路上には先行車以外にも標識や横断歩道の塗分け模様などがあり、測距範囲23内に表われるこれらの画像までの距離を測っている場合が度々生じる。また、道路脇にも看板、標識等が多く、特に道路がカーブしているような場合はこれらがセンサの視野の中央に見えるため先行車と誤認しやすい。

【0014】このように先行車以外の画像を先行車と誤認してしまうようであると、車間距離測定装置としての信頼性が低く、ひいてはこの距離情報を基にした安全警報装置としての実用化は難しい。従って、車間距離測定装置としては、先行車を正しく認識すると共にこの先行車までの正確な距離情報のみを出力することが求められる。

【0015】この要求に応えるべく、CCDセンサの濃淡画像情報を用い、画像データのエッジを抽出して2値化した後、領域分割を行って対象認識を行うといった画像処理による対象認識方法がある。しかるに、こういった画像処理は2値化までの濃淡画像のフィルタ処理などによるノイズの除去や画像の差分等によるエッジの抽出等の前処理に時間を要してしまい、仮りに高速な画像処理装置を用いて処理を行うにしても装置のコスト増加、大型化は避けられず、実用化は極めて困難である。

【0016】本発明は上記問題点を解決するべくなされたもので、その目的とするところは、先行車との車間距離のように先行対象物までの距離を、光センサアレイを有する受光器を用いて安定、正確かつ簡単に求めることができる低コストの距離測定装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段及び作用】請求項1記載の第1の発明では、距離ブロック図抽出部において、先行車のごとき先行対象物までの複数点の測定距離情報が、 $m \times n$ 個のブロックからなる距離ブロック図として作成される。距離選択部では、この複数点の測定距離情報から距離度数分布を抽出し、所定値以上の度数値を持つ距離階級値が検出される。

【0018】移動平均処理部では、検出された距離階級値に基づいた $i \times j$ 個の距離ブロックによって $m \times n$ 個の距離ブロック内で移動平均処理を行ない、各移動平均位置での距離平均値、標準偏差、標準偏差/距離平均値が求められる。先行対象物認識部では、標準偏差/距離平均値が所定値以下であるとき、その移動平均位置において距離平均値により表される距離に先行対象物があると判断する。

【0019】請求項2記載の第2の発明では、距離測定装置本体が揺動されて距離測定用の光軸線が放射状方向をとる。また、請求項3記載の第3の発明では、反射ミラーが揺動されて放射状方向からの光が距離測定装置本体に入射される。これにより、光センサアレイを長くしたりその数を増加させることなく測定視野を広げることができ、先行対象物を確実に捕えることが可能になる。

【0020】なお、上記各発明において、請求項4に記載したように、測定ウィンドウが設定された光センサアレイの長手方向の複数点上で距離を測定することにより、測距範囲内の複数点の距離情報が検出される。

【0021】また、請求項5に記載したように、距離選択部における所定の度数値を、各距離階級に応じた値であって各距離で先行対象物までの距離として測定される測定データの点数によって決定することにより、先行対象物のみの距離階級値が検出される。

【0022】更に、請求項6に記載したように、移動平均処理部における $m \times n$ 個の測定距離情報を持つ距離ブロックの大きさを、距離選択部により選択された距離に応じた値であって各距離で先行対象物までの距離として測定される距離ブロックの大きさによって決定することにより、先行対象物のみの距離情報、位置情報が検出される。

【0023】

【実施例】以下、図に沿って、本発明を車間距離測定装置に適用した場合の実施例を説明する。まず、図1は実施例の構成を示すものであり、車間距離を測定すべき先行対象物としての先行車16が、図示されていない自車両と同一の車線を走行している。

【0024】結像レンズ1、2は光軸間隔Bを隔てて配置され、受光器3、4は焦点距離 f （便宜上、図示せず）の位置に配置される。受光器3は、光軸に対して垂直な平面内に平行に配設された m 本の光センサアレイ31～3 m からなり、同様に受光器4は、光軸に対して垂直な平面内に平行に配設された m 本の光センサアレイ4

1~4mからなり、31と41、3iと4i、3mと4mが同一の視野を有するように並設されている。

【0025】結像レンズ1により結像された対象物の像は、受光器3の光センサアレイ31~3mにより像信号301~30mに変換され、同様に結像レンズ2により結像された対象物の像は、受光器4の光センサアレイ41~4mにより像信号401~40mに変換され、それぞれ信号処理部5に出力される。

【0026】信号処理部5は増幅器511~51m及び521~52m、A/D変換器531~53m及び541~54m、記憶装置55からなり、受光器3の光センサアレイ31~3mからの像信号301~30mは増幅器511~51mにより増幅され、A/D変換器531~53mによりデジタルデータに変換されて像データ311~31mとして記憶装置55に格納される。同様に、受光器4の光センサアレイ41~4mからの像信号401~40mは増幅器521~52mにより増幅され、A/D変換器541~54mによりデジタルデータに変換されて像データ411~41mとして記憶装置55に格納される。

【0027】距離検出回路6は、従来技術と同様にマイクロコンピュータによって構成されており、記憶装置55に記憶された左右の像データ311、411、31i、41i、31m、41mから各光センサアレイ31、41、3i、4i、3m、4mの測定視野内で測距範囲内の対象物までの距離を算出する。

【0028】距離ブロック図抽出部7では、図5及び図6に示すように測定視野22内の測距範囲23を $m \times n$ (m : 片側の光センサアレイ数を示す自然数、 n : 光センサアレイ内の測定ウィンドウ数を示す自然数) 個の距離ブロックとして番地付けし、各ブロックにおける測定距離情報を集めた距離ブロック図24を作成する。この距離ブロック図は、 $m \times n$ 個の測距データの集まりということができる。

【0029】ここでは、例として光センサアレイ数 m が7、光センサアレイ長手方向の測定ウィンドウ数 n が12の場合を図5、図6によって説明する。これらの図において、測距範囲23の上から順に光センサアレイをA1~A7とし、左から順に光センサアレイ長手方向の測定点をW1~W12とし、光センサアレイAi上の測定点Wjにおける測定距離を L_{ij} で表す。図示例では測定視野22内の 7×12 点の距離検出が可能であり、その結果、図6のような距離ブロック図24が抽出される。

【0030】ここで、光センサアレイ長手方向の複数点の測距原理を、図7を用いて説明する。この場合の距離測定装置の構成は従来技術として示した図11とまったく同様であり、異なるのは、各センサアレイが複数の領域(測定ウィンドウ)に区画されることである。なお、図7では光センサアレイが3つの領域①、②、③に区画

された場合を例示している。距離測定の対象物 O_1 、 O_2 、 O_3 が距離測定装置の一点鎖線で示された3つの方向、すなわち中心線方向とその両側の角度 α の方向とに、それぞれ距離 L_1 、 L_2 、 L_3 を隔てて位置するものとする。各光センサアレイ3、4の3つの領域①、②、③は、それぞれ対象物 O_1 、 O_2 、 O_3 に対応する。

【0031】言い換えれば、各光センサアレイ3、4の領域①に同時に結像するのが中心線の左側の角度 α の方向にある対象物 O_1 に関するものであり、同様に領域②、③に同時に結像するのがそれぞれ中心線方向、右側の角度 α の方向にある対象物 O_2 、 O_3 に関するものである。そして、各対象物 O_1 、 O_2 、 O_3 までの距離 L_1 、 L_2 、 L_3 は次の数式4~数式6によって表される。なお、これらの数式における各距離 B 、 f 、 U_{11} 、 U_{12} 、 U_{13} 、 U_{21} 、 U_{22} 、 U_{23} は図7に示すとおりである。

【0032】

【数4】 $L_1 = B \cdot f / (U_{21} - U_{11})$

【0033】

【数5】 $L_2 = B \cdot f / (U_{22} + U_{12})$

【0034】

【数6】 $L_3 = B \cdot f / (U_{13} - U_{23})$

【0035】各光センサアレイ3、4の像データに基づいて、各シフト量(U_{21} 、 U_{11} 、 U_{22} 、 U_{12} 、 U_{13} 、 U_{23})は距離検出回路6によって求められるから、数式4~数式6によって各距離 L_1 、 L_2 、 L_3 を求めることができる。

【0036】このようにして得られた距離ブロック図抽出部7からの距離信号12は、図1における距離選択部8へ出力される。距離選択部8では、距離信号12の距離度数分布をとり、距離信号12の中から先行車16までの距離のみを選択し、距離信号13として移動平均処理部9へと出力する。

【0037】次に、距離選択部8の動作原理を、図8を参照しつつ説明する。図8において、横軸に階級幅 ΔL をもつ距離階級 K を設け、縦軸はそれぞれの階級に属する度数値 Y を示す。このようにして距離信号12を分別する。ここで、図9に示されるように、測距範囲23内における先行車16の占める大きさは先行車16までの車間距離によって異なり、従って先行車16までの距離を測っていると考えられる測定データの点数も車間距離によって異なってくる。

【0038】一般に、車間距離が n 倍になると測定範囲内における先行車16の占める大きさは相似の関係から $(1/n)^2$ になる。すなわち、先行車16までの距離を測定している測定データの点数も $(1/n)^2$ になると容易に推測される。従って、ある距離で先行車16までの距離を測定している測定データの点数つまり度数値は、数式7により与えられる。

【0039】

7

【数7】 $Y=a/K^2$ (Y : 度数値、 a : 定数、 K : 距離階級(距離))

【0040】定数 a は先行車16そのものの大きさや距離測定装置の形状によって決まるものであり、ここではその具体的な求め方についての記述は省略する。この曲線 Y を図8に破線で示し、この曲線 Y の上領域まで伸びている度数値をもつ距離階級 K の中央値 $L(=(K2+K3)/2)$ を先行車16までの測定距離の候補値とし、距離信号13として移動平均処理部9へ出力する。

【0041】移動平均処理部9では、距離信号13に基づいて前述した 7×12 の距離ブロックの大きさの範囲内で移動平均処理を行い、各移動平均位置での距離平均値、標準偏差/距離平均値の移動平均処理結果14を、先行対象物認識部としての先行車認識部10に送信する。

【0042】移動平均処理の演算原理を図10を用いて説明する。まず、距離信号13(距離階級の中央値 L)から移動平均をとる $i \times j$ (i : m 以下の自然数、 j : n 以下の自然数)の距離ブロックの大きさを決定する。*

$$S_{ij} = \left\{ \sum_{i,j}^{i+2, j+6} (L_{ij} - AVG)^2 / (3 \times 6) \right\}^{1/2}$$

【0046】

【数10】 $D_{ij} = S_{ij} / A_{ij}$

【0047】なお、数式8において、 AVG は距離平均値である。例えば、図10(a)において斜線部の距離の平均値が図10(b)、標準偏差が図10(c)、標準偏差/距離平均値が図10(d)のそれぞれ斜線部で表される領域である。

【0048】先行対象物認識部としての先行車認識部10は、移動平均処理部9と接続されており、移動平均処理部9から送信された移動平均処理結果14としての距離平均値、標準偏差、標準偏差/距離平均値に基づき、前方の測定対象物が先行車16であるか否かを判定する。この判定には移動距離ブロックの左上を L_{ij} とする D_{ij} の値が用いられ、この値がある規格値 b よりも小さい場合には、測定視野内の L_{ij} における移動平均位置において、距離平均値 A_{ij} により表される車間距離に先行車16があると判定し、先行車16の位置及び先行車16までの車間距離を先行車の情報15として外部の警報装置等へ出力する。

【0049】上述した実施例における処理のフローチャートを図2に示す。すなわち、距離検出回路6は信号処理部5の記憶装置55内のデータを用いて $m \times n$ 個の測定距離情報を算出し(S1)、これに基づいて距離ブロック図抽出部7が距離ブロック図を作成する(S2)。その後、距離選択部8は距離度数分布をとり(S3)、距離階級 K の中央値 L を抽出する(S4)。

【0050】移動平均処理部9は、上記中央値 L に基づき※50

8

*この距離ブロックの大きさは、距離信号13による先行車16までの車間距離、先行車16そのものの大きさ、距離測定装置の形状によって決まるものであり、ここではその具体的な求め方についての記述は省略する。

【0043】以下では、前述した 7×12 の距離ブロック図を例にとって移動平均処理を説明する。ここで移動平均をとる距離ブロックの大きさを 3×6 とした場合、図10(a)の移動平均をとった結果は図10(b)～(d)で表される。 L_{ij} を i 番目のセンサアレイ上の j 番目のウィンドウ位置における測定距離とすると、図10(b)、(c)、(d)における A_{ij} 、 S_{ij} 、 D_{ij} は下記の数式8～数式10にて表される。

【0044】

【数8】

$$A_{ij} = \left\{ \sum_{i,j}^{i+2, j+6} L_{ij} \right\} / (3 \times 6) = AVG$$

【0045】

【数9】

※いて移動平均をとる距離ブロックの大きさ $i \times j$ を決定し(S5)、この $i \times j$ のエリアにより $m \times n$ のエリアの移動平均を求める(S6)。次に、各移動平均位置での距離平均値、標準偏差、標準偏差/距離平均値を算出し、これらを先行車認識部10に送信する(S7)。

【0051】先行車認識部10では、標準偏差/距離平均値と規格値 b とを比較し(S8)、その結果、先行車ありと判断された場合(S91)には移動平均位置を先行車の位置、距離平均値を先行車までの車間距離として出力する(S10)。また、先行車なしと判断された場合(S92)にはそのまま処理を終了する。

【0052】ところで、上記の実施例を実現させるには、先行車16を確実にとらえるために測定視野ができるだけ広いことが望ましい。このために光センサアレイを長手方向に長くする、光センサアレイの一对を複数個、数多く配置するといったことが考えられるが、このような方法では装置が大きくなる、受光器の端部分で結像レンズの収差により像のぼけが大きくなり特性が劣化する、増幅器、A/D変換器等の処理回路が複雑になるといった問題点がある。

【0053】従って、請求項2に記載した発明の実施例では、図3に示すように距離測定装置本体100を、その光軸線が放射状方向をとるように揺動させる構成としている。図3において、制御回路部18は距離測定装置揺動用モータ17と信号処理部5とに接続され、制御信号19、20をモータ17と信号処理部5に送信している。モータ17は測定装置本体100と機械的に接続さ

れており、制御信号19に基づいて光軸線を放射状方向にとるように測定装置本体100を揺動させる。

【0054】また、請求項3に記載した発明の実施例では、図4に示すように距離測定装置を、定置される測定装置本体100と、この測定装置本体100に放射状方向からの光を入射させるべく揺動する反射ミラー21とを有する構成としている。制御回路部18は反射ミラー駆動用モータ17と信号処理部5とに接続され、制御信号19、20をモータ17と信号処理部5に出力している。モータ17は反射ミラー21に機械的に接続されてお

り、制御信号19に基づいて測定装置本体100に放射状方向からの光を入射させるように反射ミラー21を揺動させる。これら図3または図4の実施例によれば、測定視野を拡げて先行車16を確実に捕えることができる。

【0055】なお、本発明は、直接的には先行車（自動車、鉄道車両等の軌道車両を含む）との車間距離の測定を目的としてなされたものであるが、その原理自体は、車両以外の各種の先行対象物とセンサとの間の距離を測定する種々の分野に広く適用でき、本発明はこれらの距離測定装置も包含するものである。

【0056】

【発明の効果】以上のように本発明においては、距離検出回路により複数点の距離情報が算出され、これらが距離ブロック図として格納される。次に、距離選択部により先行対象物までの距離と考えられる測定距離が選択され、距離ブロックの移動平均処理により対象物が目的とする先行対象物であるか否かの判定が行われて先行対象物との間の距離が求められる。

【0057】従って、例えば車間距離の検出において、道路上に横断歩道等の模様があったり、カーブ付近で道路脇の標識等がセンサの視野の中央に見える場合でも、これらを先行車として認識することがなく、先行車のみを確実に認識して自車両との車間距離を求めることが可能である。また、濃淡画像処理等を行うための高速な画像処理装置が不要となり、装置のコスト低減、信頼性向上が図れる。更には、距離測定装置本体の揺動または反射ミラーの揺動により、処理回路を複雑化することなく広い測定視野、測距範囲が得られ、先行対象物を安定かつ確実に認識することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す構成図である。

【図2】本発明の実施例における処理を示すフローチャートである。

【図3】請求項2に記載した発明の実施例を示す構成図

である。

【図4】請求項3に記載した発明の実施例を示す構成図である。

【図5】本発明の実施例における測定視野と測距範囲の説明図である。

【図6】本発明の実施例における距離ブロック図を示す模式図である。

【図7】本発明の実施例における受光センサアレイ長手方向の複数点の測距原理を示す図である。

【図8】本発明の実施例における距離選択部の動作原理を示す図である。

【図9】本発明の実施例における測定視野内の先行車の大きさを示す図である。

【図10】本発明の実施例における移動平均処理部の動作原理を示す図である。

【図11】従来技術を示す構成図である。

【図12】従来技術における距離算出の原理を示す図である。

【図13】従来技術における距離検出回路の動作原理を示す図である。

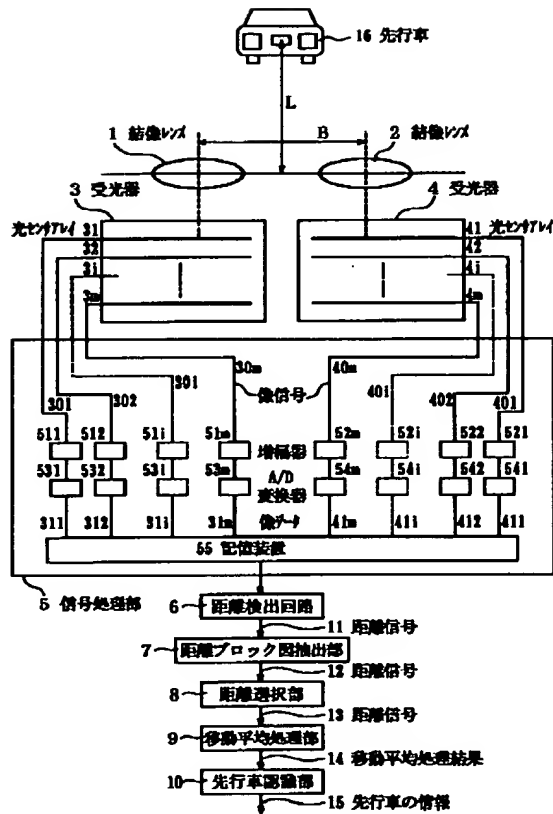
【図14】従来技術による車間距離検出における正常時の画像を示す図である。

【図15】従来技術における不都合を示す図である。

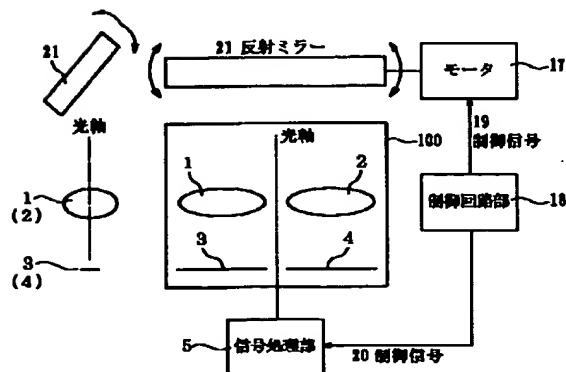
【符号の説明】

- 1, 2 結像レンズ
- 3, 4 受光器
- 5 信号処理部
- 6 距離検出回路
- 7 距離ブロック図抽出部
- 8 距離選択部
- 9 移動平均処理部
- 10 先行車認識部
- 11, 12, 13 距離信号
- 14 移動平均処理結果
- 15 先行車の情報
- 16 先行車
- 17 モータ
- 18 制御回路部
- 19, 20 制御信号
- 21 反射ミラー
- 22 測定視野
- 23 測距範囲
- 24 距離ブロック図
- 55 記憶装置
- 100 距離測定装置本体

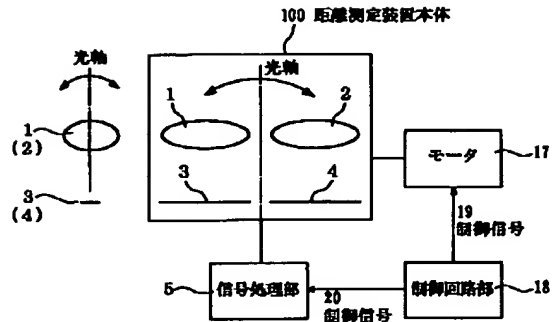
【図1】



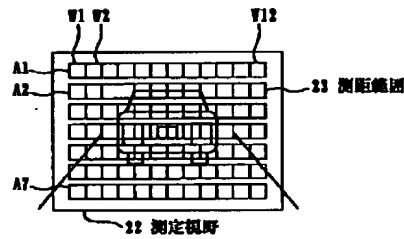
【図4】



【図3】



【図5】

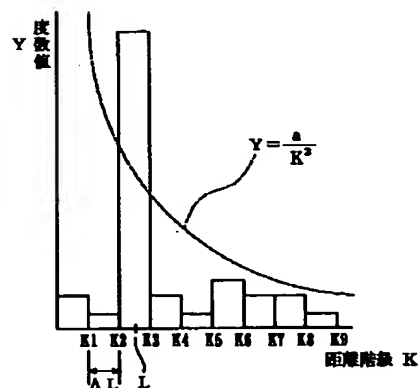


【図6】

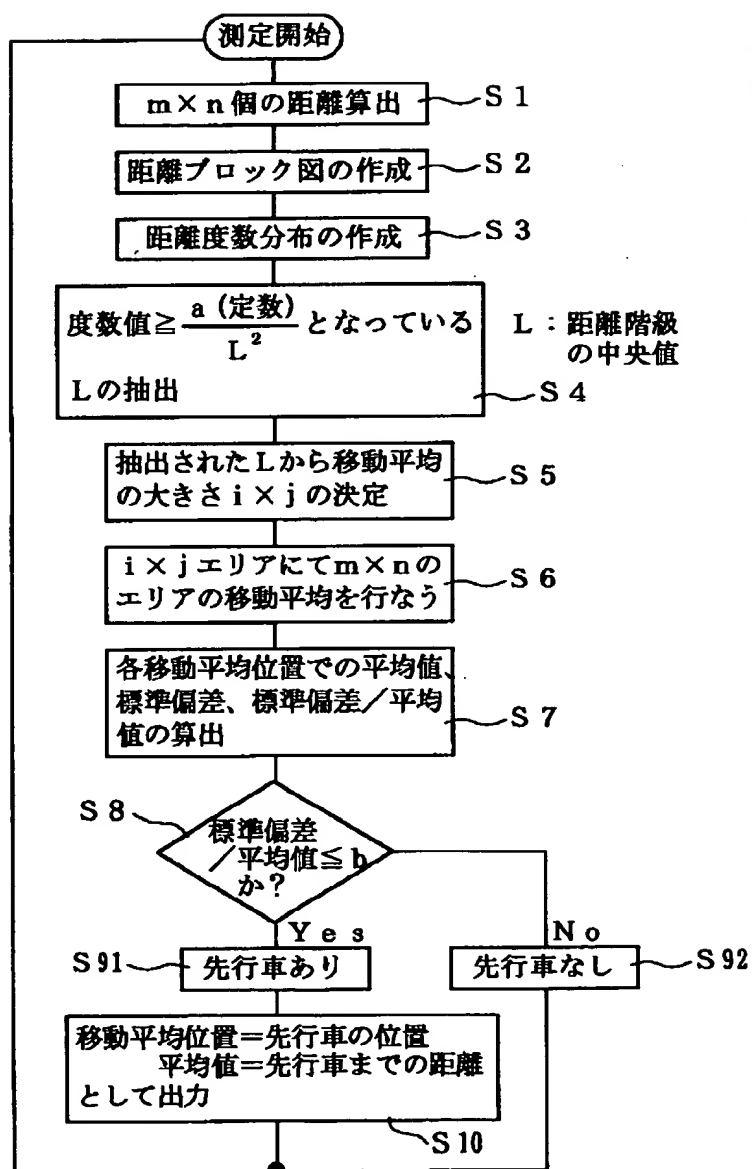
	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
A1	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L110	L111	L112
A2	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L210	L211	L212
A3	L31	L32	L33	L34	L35	L36	L37	L38	L39	L310	L311	L312
A4	L41	L42	L43	L44	L45	L46	L47	L48	L49	L410	L411	L412
A5	L51	L52	L53	L54	L55	L56	L57	L58	L59	L510	L511	L512
A6	L61	L62	L63	L64	L65	L66	L67	L68	L69	L610	L611	L612
A7	L71	L72	L73	L74	L75	L76	L77	L78	L79	L710	L711	L712

Figure 6 is a table showing a grid of distance blocks. The columns are labeled W1 through W12, and the rows are labeled A1 through A7. Each cell contains a value representing a distance block, such as L11, L12, etc.

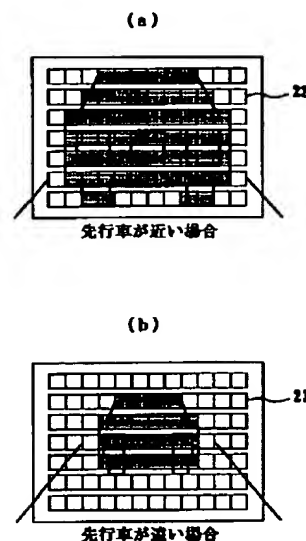
【図8】



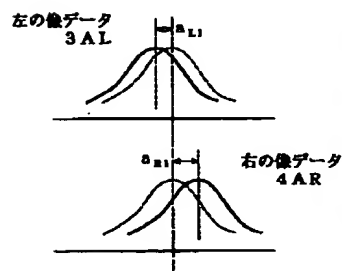
【図2】



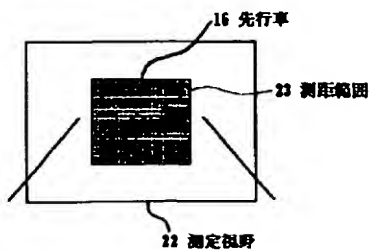
【図9】



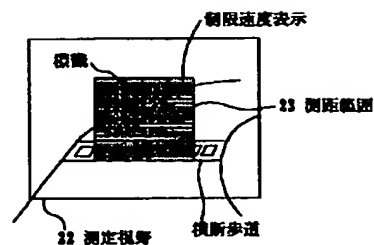
【図13】



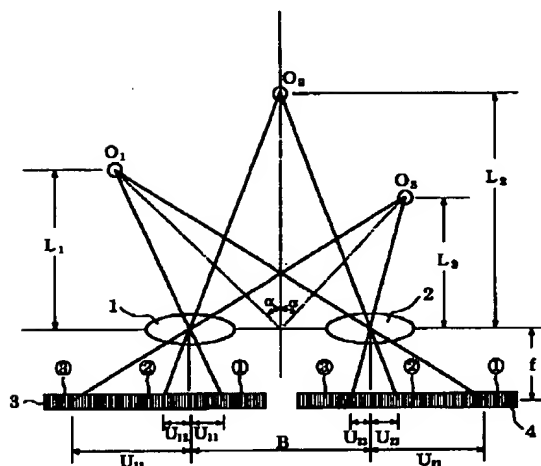
【図14】



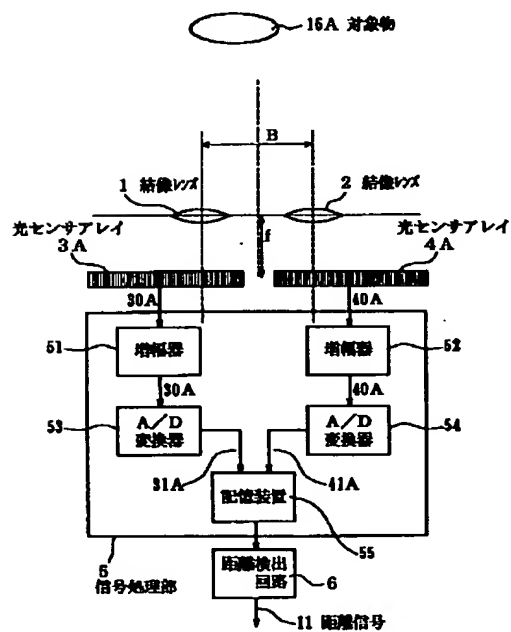
【図15】



【図7】



【図11】



【図10】

(a)

	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
A1	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L110	L111	L112
A2	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L210	L211	L212
A3	L31	L32	L33	L34	L35	L36	L37	L38	L39	L310	L311	L312
A4	L41	L42	L43	L44	L45	L46	L47	L48	L49	L410	L411	L412
A5	L51	L52	L53	L54	L55	L56	L57	L58	L59	L510	L511	L512
A6	L61	L62	L63	L64	L65	L66	L67	L68	L69	L610	L611	L612
A7	L71	L72	L73	L74	L75	L76	L77	L78	L79	L710	L711	L712

(b)

A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17
A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27
A31	A32	A33	A34	A35	A36	A37
A41	A42	A43	A44	A45	A46	A47
A51	A52	A53	A54	A55	A56	A57

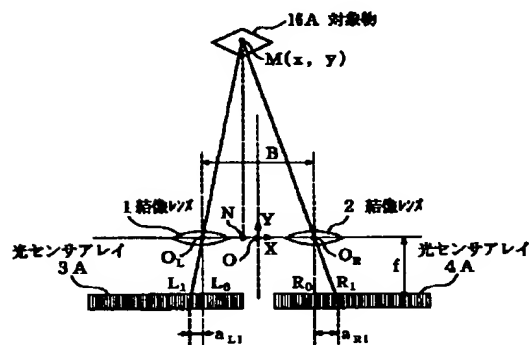
(c)

S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17
S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27
S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37
S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47
S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57

(d)

D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17
D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27
D31	D32	D33	D34	D35	D36	D37
D41	D42	D43	D44	D45	D46	D47
D51	D52	D53	D54	D55	D56	D57

【図12】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.